

تعمیر و بازسازی میکسر اینترمش ۳۲۰ لیتری

میلاد محمدی^{۱*}، امیر ناصری^۲، محسن مام احمدی^۳، فیروز ازکات^۴، امجد زندسلیمی^۵ و محمدحسین پناهی^۶

۱- کارشناس مکانیک اختلاط، شرکت لاستیک بارز کردستان

۲- سرگروه مکانیک اختلاط، شرکت لاستیک بارز کردستان

۳- مدیر ارشد نت، شرکت لاستیک بارز کردستان

۴- مدیر مکانیک، شرکت لاستیک بارز کردستان

۵- تراشکار، شرکت لاستیک بارز کردستان

۶- جوشکار، شرکت لاستیک بارز کردستان

miladbarez12011150@gmail.com

چکیده: میکسرهای اینترمش از تجهیزات کلیدی در صنایع لاستیک و پلیمر محسوب می‌شوند و نقش حیاتی در اختلاط یکنواخت و دستیابی به خواص فیزیکی و مکانیکی مطلوب آمیزه دارند. عملکرد پایدار این دستگاه‌ها به سلامت اجزای مکانیکی از جمله روتورها، داست سیل‌ها و سیستم بیرینگ وابسته است. خرابی در این بخش‌ها نه تنها موجب توقف خطوط تولید و کاهش بهره‌وری می‌شود، بلکه افت کیفیت در محصول نهایی را نیز به همراه دارد. در این پژوهش، فرایند بازسازی و تعمیر اساسی یک میکسر اینترمش با ظرفیت ۳۲۰ لیتر مورد بررسی و اجرا قرار گرفته است. اقدامات انجام شده شامل رفع نشتی در نواحی آب‌بندی، بازگرداندن تolerانس‌های ابعادی بحرانی، ترمیم سطوح ساییده شده بدنه و عینکی‌ها از طریق جوشکاری آرگون و سنگ‌زنی، طراحی و پیاده‌سازی مکانیسم جدید تنظیم لقی محوری، و مونتاژ مجدد دستگاه با رعایت استانداردها است. نتایج نشان می‌دهد که پس از اجرای عملیات بازسازی، ظرفیت تولید کامپاند حدود ۲۰ درصد افزایش یافته، دمای داست سیل‌های میکسر کاهش محسوسی داشته و هزینه‌های نگهداری و تعمیرات به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. این نتایج بیانگر آن است که بازسازی اصولی و به‌روزرسانی طراحی می‌تواند جای‌گزین اقتصادی و کارآمدی در برابر تعویض کامل تجهیزات مستهلک باشد [۱ تا ۴].

واژه‌های کلیدی: میکسر اینترمش، بازسازی تجهیزات صنعتی، تعمیرات اساسی، صنایع لاستیک و پلیمر، تنظیم لقی محوری، داست سیل، افزایش ظرفیت تولید، کاهش هزینه نگهداری و تعمیرات

مقدمه

میکسرهای بنبوری، به‌ویژه مدل‌های اینترمش، از تجهیزات حیاتی در صنایع لاستیک و پلیمر به‌شمار می‌روند. این دستگاه‌ها با اعمال هم‌زمان نیروهای برشی و فشاری، موجب اختلاط یکنواخت و بهبود خواص نهایی آمیزه می‌شوند. به‌دلیل ماهیت فرایند کاری، میکسرهای اینترمش در شرایطی با دماهای بالا، فشارهای زیاد و تماس مستقیم با مواد ساینده و خورنده فعالیت می‌کنند و همین امر باعث بروز پدیده‌های سایش، خوردگی و فرسودگی در اجزای مکانیکی آن‌ها می‌شود [۲ و ۳]. از مهم‌ترین آسیب‌های مشاهده شده در این تجهیزات می‌توان به خوردگی بدنه و روتورها، نشتی در ناحیه داست سیل‌ها و محور روتور، خرابی بیرینگ‌ها و کاهش تolerانس‌های ابعادی بحرانی اشاره کرد [۱ و ۲]. در صورت تداوم این آسیب‌ها، دستگاه از چرخه تولید خارج شده و افزون‌برافت بهره‌وری، هزینه‌های نگهداری و توقف خط تولید به میزان چشم‌گیری افزایش می‌یابد. فرایند تعمیرات اساسی نه تنها برای بازگرداندن قابلیت بهره‌برداری دستگاه ضروری است، بلکه فرصتی ارزشمند برای بهبود عملکرد مکانیکی سیستم محسوب می‌شود [۳ و ۴]. در این راستا، اجرای صحیح عملیات بازسازی می‌تواند منجر به افزایش راندمان، کاهش اتلاف انرژی، و افزایش طول عمر مفید دستگاه شود. در این مقاله، فرایند بازسازی کامل یک میکسر اینترمش با ظرفیت ۳۲۰ لیتر تشریح شده است. جزئیات فنی عملیات شامل عیب‌یابی، رفع نشتی، بازسازی سطوح ساییده شده، طراحی مکانیسم تنظیم لقی محوری و ارزیابی عملکرد دستگاه پس از بازسازی ارائه شده است. نتایج این پژوهش می‌تواند به‌عنوان یک راهنمای کاربردی برای واحدهای تعمیرات و نگهداری در صنایع لاستیک و پلیمر مورد استفاده قرار گیرد.

بخش تجربی

۱. دمونتاژ و انتقال

میکسر از خط تولید دکوپله شده و با استفاده از دو جرثقیل ۲۵ تنی به‌کارگاه منتقل شد. کلیه اتصالات مکانیکی و برقی باز شده و اجزای اصلی شامل روتورها، کیس‌ها، کوپلینگ‌ها و بیرینگ‌ها دمونتاژ شدند.

۲. ارزیابی سایش و خوردگی

پس از باز کردن میکسر، اندازه‌گیری لقی بین روتور و بدنه با استفاده از فیلر گیج دقیق انجام شد. نتایج نشان داد که اختلاف ابعادی نسبت به نقشه اصلی از ۲ میلی‌متر مجاز به حدود ۶ میلی‌متر افزایش یافته است. این افزایش به‌دلیل فشار زیاد، تماس مداوم روتورها با جداره و سایش ناشی از مواد ساینده در دما و تنش بالا رخ داده است [۲ و ۳].

۳. عملیات جوشکاری و پرداخت

برای بازسازی سطوح ساییده شده روتورها و بدنه، فرایند جوشکاری GTAW انتخاب شد و فیلر 316L به‌کار رفت. دلیل انتخاب این فیلر، مقاومت بسیار بالای آن در برابر خوردگی شیمیایی و سایش در دماهای بالا و هم‌چنین سازگاری خوب با فولادهای ساختاری روتور و بدنه میکسر بود. استفاده از 316L باعث می‌شود که جوش‌ها پایدار، غیرتردد و مقاوم در برابر تنش‌های مکانیکی و شیمیایی محیط کاری سخت دستگاه باشند. پس از جوشکاری، سطوح جوش داده شده با سنگ پرداخت شدند تا تolerانس‌های ابعادی بازگردانده شده و تماس روتور با بدنه مطابق استاندارد طراحی باشد. این مرحله نقش مهمی در بازگرداندن راندمان اختلاط و کاهش لقی اضافی ایفا می‌کند [۴].

۴. نصب بیرینگ‌ها

مکانیسم موقت شامل پلیت و پیچ‌های تنظیم موقعیت روتورها استفاده شد که امکان قرارگیری دقیق روتورها در موقعیت طراحی شده را فراهم می‌کرد [۳] (شکل ۱).

مونتاز و تست عملکرد

پس از نصب بیرینگ‌ها و تنظیم دقیق روتورها، مونتاز کامل میکسر انجام شد. برای اطمینان از عملکرد صحیح، دو مرحله تست عملکرد اجرا شد: تست سرد (بدون بار) در این مرحله دستگاه بدون مواد در حال گردش قرار گرفت تا حرکت روان روتورها، صحت موقعیت و ترانس‌ها و عملکرد مکانیسم‌های نصب بررسی شود. تست گرم (با بار تولیدی): پس از اطمینان از عملکرد مکانیکی، میکسر تحت شرایط واقعی با مواد تولیدی راه‌اندازی شد تا راندمان اختلاط، جریان مواد، دما و فشار کاری مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج نشان داد که پس از بازسازی و تنظیم دقیق لقی‌ها و موقعیت روتورها، راندمان اختلاط افزایش یافته، لقی اضافی کاهش یافته و عملکرد دستگاه با قابلیت اطمینان بالا تثبیت شده است [۳].

نتیجه‌گیری

تحلیل عملکرد دستگاه پس از تعمیر نشان داد:

- ظرفیت تولید حدود ۲۰ درصد افزایش یافت (با مقایسه میزان تولید آمیزه پیش و پس از تعمیر میکسر)؛
- کیفیت آمیزه بهبود یافته و مشکلاتی نظیر اسفنجی شدن برطرف شد (به دلیل عدم نشت آب به داخل میکسر)؛
- زمان توقف دستگاه برای تعمیرات اضطراری به‌طور قابل توجهی کاهش پیدا کرد (به دلیل کاهش دما داست سیل‌ها و عدم نشتی آمیزه و نیاز داشتن به تعویض)؛
- هزینه تعمیرات در مقایسه با انجام کار توسط پیمانکار، کمتر از ۳۰ درصد بود؛
- دانش فنی اورهال این تجهیز در داخل کارخانه لاستیک بارز کردستان بومی‌سازی شد؛
- هم‌چنین تجربه پرسنل در زمینه عملیات جوشکاری دقیق، ترانس‌گیری و مونتاز قطعات حساس به‌طور چشم‌گیری ارتقا یافت [۴]

جدول ۱-

Drive-up data for spherical roller bearings with a tapered bore

Bore diameter		Reduction of radial internal clearance		Axial drive-up ¹⁾ Δ				Lock nut tightening angle ²⁾
d		min.	max.	$\leq$ Taper 1:12	Taper 1:30			α Taper 1:12
mm		mm		mm	mm	mm		°
24	30	0.01	0.015	0.25	0.29	-	-	100
30	40	0.015	0.02	0.3	0.35	-	-	115
40	50	0.02	0.025	0.37	0.44	-	-	130
50	65	0.025	0.035	0.45	0.54	1.15	1.35	115
65	80	0.035	0.04	0.55	0.65	1.4	1.65	130
80	100	0.04	0.05	0.64	0.79	1.65	2	150
100	120	0.05	0.06	0.79	0.95	2	2.35	
120	140	0.06	0.075	0.93	1.1	2.3	2.8	
140	160	0.07	0.085	1.05	1.3	2.65	3.2	
160	180	0.08	0.095	1.2	1.45	3	3.6	
180	200	0.09	0.105	1.3	1.6	3.3	4	
200	225	0.1	0.12	1.45	1.8	3.7	4.45	
225	250	0.11	0.13	1.6	1.95	4	4.85	
250	280	0.12	0.15	1.8	2.15	4.5	5.4	
280	315	0.135	0.165	2	2.4	4.95	6	
315	355	0.15	0.18	2.15	2.65	5.4	6.6	
355	400	0.17	0.21	2.5	3	6.2	7.6	
400	450	0.195	0.235	2.8	3.4	7	8.5	
450	500	0.215	0.265	3.1	3.8	7.8	9.5	
500	560	0.245	0.3	3.4	4.1	8.4	10.3	
560	630	0.275	0.34	3.80	4.65	9.50	11.60	

Applying the recommended values prevents the inner ring from creeping, but does not ensure correct radial internal clearance in operation. Additional influences from the bearing housing fit and temperature differences between the inner and outer rings must be considered carefully when selecting the bearing radial internal clearance class (Selecting initial internal clearance, page 183).

مراجع

[1] ISO 355: Rolling Bearings – Tapered Roller Bearings – Boundary Dimensions and Series Designations.

[۲] شریفی، م. (۱۴۰۰). اصول نگهداری و تعمیرات تجهیزات صنعتی. انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.

[3] Jones, A. & Smith, R. (2020). Maintenance and Overhaul of Industrial Mixers. Springer.

[4] Brown, T. (2018). Welding Metallurgy and Applications. Elsevier.